

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-180719

(43)Date of publication of application : 30.06.2000

(51)Int.Cl.

G02B 13/18

(21)Application number : 10-353189

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 11.12.1998

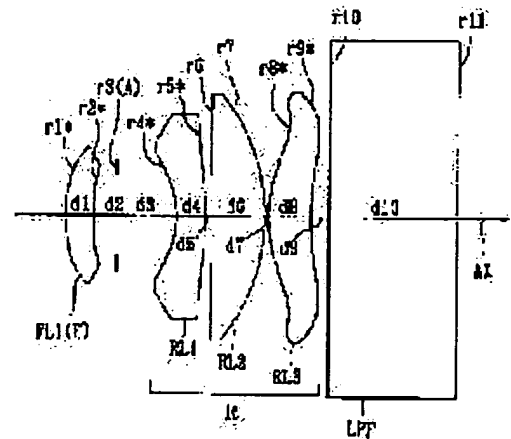
(72)Inventor : ISONO MASAFUMI

(54) PHOTOGRAPHIC LENS SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an extremely compact photographic lens system having high optical performance.

SOLUTION: This system is provided with a front group F, a diaphragm A and a positive rear group R, and the rear group R is constituted of three lenses, a negative lens RL1, a positive lens RL2 and a positive lens RL3. With respect to the aspherical surfaces (*) of the rear group R, the maximum effective radius of the aspherical surface is expressed by (y_{max}) , with reference to the arbitrary height (y) in a direction vertical with respect to the optical axis, satisfying $0.7y_{max} < y < 1.0y_{max}$, a conditional inequality $0.01 < \frac{(x-x_0)}{(N'-N)} < 1.0$ is satisfied. Here (X) represents the shifting amount of the aspherical surface in the optical axis (AX) direction with a vertical height with reference to an optical axis AX (a direction toward the object is get negative), x_0 denotes the shifting amount of the aspherical surface in the optical axis AX direction with a vertical height with reference to the optical axis AX of a reference spherical surface (the direction toward the object is get negative), N denotes a refractive index with respect to a d line of a medium which is closer to the object than the aspherical surface. N' represents a refractive index with respect to a d line of a medium, which is closer to an image side rather than the aspherical surface in the inequality.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

see attached English
Abstract and
Page 1 of Spec.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-180719

(P2000-180719A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 13/18

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-353189

(22) 出願日 平成10年12月11日 (1998.12.11)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 磯野 雅史

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

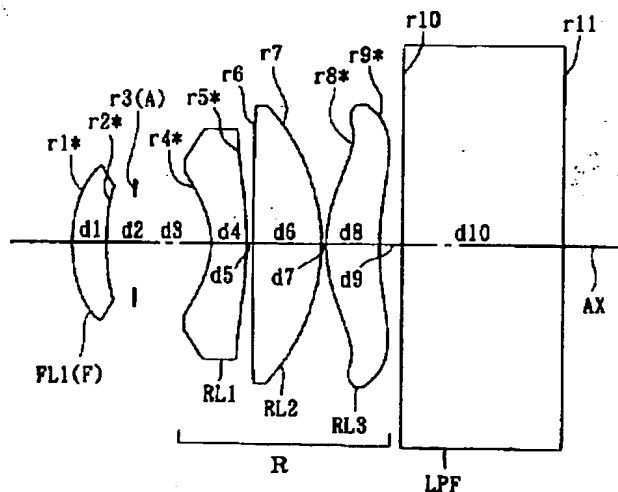
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮影レンズ系

(57) 【要約】

【課題】 光学性能が良好で極めてコンパクトな撮影レンズ系を提供する。

【解決手段】 物体側から順に、前群(F)、絞り(A)、正の後群(R)を備え、後群(R)は負レンズ(RL1)、正レンズ(RL2)、正レンズ(RL3)の3枚から成る。後群(R)の非球面(*)は、非球面の最大有効半径を y_{max} とすると、 $0.7 y_{max} < y < 1.0 y_{max}$ なる任意の光軸垂直方向高さ y に対して、条件式： $0.01 < |(x-x_0)/(N'-N)| < 1.0$ (x : 非球面の光軸(AX)に対して垂直方向の高さでの光軸(AX)方向の変位量(mm; 物体側方向を負とする。)、 x_0 : 非球面の基準球面の光軸(AX)に対して垂直方向の高さでの光軸(AX)方向の変位量(mm; 物体側方向を負とする。)、 N : 非球面より物体側の媒質の d 線に対する屈折率、 N' : 非球面より像側の媒質の d 線に対する屈折率)を満たす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、前群と、絞りと、正の後群と、を備えた撮影レンズ系であって、前記後群が、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと、の3枚で構成され、前記後群中に非球面を少なくとも1面有することを特徴とする撮影レンズ系。

【請求項2】 前記後群に設けられている非球面が、非球面の最大有効半径を y_{max} とすると、 $0.7y_{max} < y < 1.0y_{max}$ なる任意の光軸垂直方向高さ y に対して、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1記載の撮影レンズ系；

$$0.01 < |(x-x_0)/(N'-N)| < 1.0$$

ただし、

x ：非球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、

x_0 ：非球面の基準球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、

N ：非球面より物体側の媒質の d 線に対する屈折率、

N' ：非球面より像側の媒質の d 線に対する屈折率、である。

【請求項3】 物体側から順に、前群と、絞りと、正の後群と、を備えた撮影レンズ系であって、前記後群が、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと、の3枚で構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする撮影レンズ系；

$$1.1 < f/f_A < 5.0$$

ただし、

f ：全系の焦点距離、

f_A ：後群中の正レンズと正レンズとの間に形成される空気レンズの焦点距離、である。

【請求項4】 物体側から順に、前群と、絞りと、正の後群と、を備えた撮影レンズ系であって、以下の条件式を満足することを特徴とする撮影レンズ系；

$$1.1 < f/f_B < 5.0$$

ただし、

f ：全系の焦点距離、

f_B ：後群中の最もパワーの強い空気レンズの焦点距離、である。

【請求項5】 非球面の最大有効半径を y_{max} とすると、 $0.7y_{max} < y < 1.0y_{max}$ なる任意の光軸垂直方向高さ y に対して、以下の条件式を満足する非球面を前記後群中に少なくとも1面有することを特徴とする請求項3又は請求項4記載の撮影レンズ系；

$$0.01 < |(x-x_0)/(N'-N)| < 1.0$$

ただし、

x ：非球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、

x_0 ：非球面の基準球面の光軸に対して垂直方向の高さで

の光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、
 N ：非球面より物体側の媒質の d 線に対する屈折率、
 N' ：非球面より像側の媒質の d 線に対する屈折率、である。

【請求項6】 更に以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の撮影レンズ系；

$$1 < \text{img} \times R < 15$$

ただし、

img ：最大像高、

R ：最も像側の面の有効径、である。

【請求項7】 更に以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の撮影レンズ系；

$$0.5 < TL/f < 2.1$$

ただし、

TL ：撮影レンズ系の全長(第1面から像面までの距離)、

f ：全系の焦点距離、

である。

【請求項8】 最も像側に位置し、かつ、パワーを有する光学素子に非球面が設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の撮影レンズ系。

【請求項9】 前記後群中の負レンズと物体側の正レンズとが接合レンズを構成していることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の撮影レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は小型の撮影レンズ系に関するものであり、更に詳しくはデジタル入力機器(デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等)に適した、極めてコンパクトな撮影レンズ系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータ等の普及に伴い、手軽に画像情報をデジタル機器に取り込むことができるデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等(以下単に「デジタルカメラ」という。)が、個人ユーザーレベルで普及しつつある。このようなデジタルカメラは、今後も画像情報の入力機器として益々普及することが予想される。

【0003】また、デジタルカメラに搭載されるCCD(Charge Coupled Device)等の固体撮像素子の小型化が進展してきており、それに伴ってデジタルカメラにも一層の小型化が求められている。このため、デジタル入力機器において最大の容積を占める撮影レンズ系にも、コンパクト化が強く要望されている。このような要望に対し、絞りより像側の構成を、物体側から順に、両凹形状の負レンズ1枚と、両凸形状の正レンズ2枚と、の3枚としたデジタルカメラ用の撮影レンズ系が、特開平7-

10

20

30

40

50

218825号、特開平7-218826号、特開平8-220428号、特開平9-258100号の各公報で提案されている。また、銀塩フィルムを使用するレンズシャッターカメラ用の撮影レンズ系は、近年コンパクト化が顕著に進行しているので、これをデジタルカメラ用の撮影レンズ系として流用することも考えられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記各公報に記載されている撮影レンズ系は、コンパクトであるとはいえない。また、特開平8-220428号公報、特開平9-258100号公報等に記載されている撮影レンズ系は、監視カメラ等を意図しているため、歪曲収差の補正が不十分である。上記各公報に記載の撮影レンズ系を基本として更に小型化を目指した場合、レンズ面のパワーを更に強めなければならない。しかし、単純にレンズ面のパワーを強くすると、強いパワーのレンズ面において大きな収差が発生し、他のレンズで補正しきれなくなるという問題が生じる。

【0005】また、レンズシャッターカメラ用の撮影レンズ系をデジタルカメラにそのまま流用した場合、固体撮像素子の前面に設けられているマイクロレンズの集光性能を十分に発揮させることができない。レンズシャッターカメラ用の撮影レンズ系では、射出瞳が像面の近くに位置しており、撮影レンズ系から射出された軸外光束が像面に対して斜めに入射するからである。したがって、マイクロレンズの集光性能が十分に発揮されず、画像の明るさが画像中央部と画像周辺部とで極端に変化するという問題が生じることになる。この問題を解決するために撮影レンズ系の射出瞳位置を像面から離そうとすると、どうしても撮影レンズ系全体の大型化が避けられなくなる。

【0006】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであって、光学性能が良好で極めてコンパクトな撮影レンズ系を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明の撮影レンズ系は、物体側から順に、前群と、絞りと、正の後群と、を備えた撮影レンズ系であって、前記後群が、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと、の3枚で構成され、前記後群中に非球面を少なくとも1面有することを特徴とする。

【0008】第2の発明の撮影レンズ系は、上記第1の発明の構成において、前記後群に設けられている非球面が、非球面の最大有効半径を y_{\max} とすると、 $0.7y_{\max} < y < 1.0y_{\max}$ なる任意の光軸垂直方向高さ y に対して、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$0.01 < |(x-x_0)/(N'-N)| < 1.0$$

ただし、

x ：非球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、

x_0 ：非球面の基準球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、
 N ：非球面より物体側の媒質の d 線に対する屈折率、
 N' ：非球面より像側の媒質の d 線に対する屈折率、
 である。

【0009】第3の発明の撮影レンズ系は、物体側から順に、前群と、絞りと、正の後群と、を備えた撮影レンズ系であって、前記後群が、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと、の3枚で構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.1 < f/f_A < 5.0$$

ただし、

f ：全系の焦点距離、

f_A ：後群中の正レンズと正レンズとの間に形成される空気レンズの焦点距離、
 である。

【0010】第4の発明の撮影レンズ系は、物体側から順に、前群と、絞りと、正の後群と、を備えた撮影レンズ系であって、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.1 < f/f_B < 5.0$$

ただし、

f ：全系の焦点距離、

f_B ：後群中の最もパワーの強い空気レンズの焦点距離、
 である。

【0011】第5の発明の撮影レンズ系は、上記第3又は第4の発明の構成において、非球面の最大有効半径を y_{\max} とすると、 $0.7y_{\max} < y < 1.0y_{\max}$ なる任意の光軸垂直方向高さ y に対して、以下の条件式を満足する非球面を前記後群中に少なくとも1面有することを特徴とする。

$$0.01 < |(x-x_0)/(N'-N)| < 1.0$$

ただし、

x ：非球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、

x_0 ：非球面の基準球面の光軸に対して垂直方向の高さでの光軸方向の変位量(mm；物体側方向を負とする。)、

N ：非球面より物体側の媒質の d 線に対する屈折率、
 N' ：非球面より像側の媒質の d 線に対する屈折率、
 である。

【0012】第6の発明の撮影レンズ系は、上記第1～第4のいずれか一つの発明の構成において、更に以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1 < \text{img} \times R < 15$$

ただし、

img ：最大像高、

R ：最も像側の面の有効径、
 である。

【0013】第7の発明の撮影レンズ系は、上記第1～第4のいずれか一つの発明の構成において、更に以下の

条件式を満足することを特徴とする。

$$0.5 < TL/f < 2.1$$

ただし、

TL: 撮影レンズ系の全長(第1面から像面までの距離)、
f: 全系の焦点距離、

である。

【0014】第8の発明の撮影レンズ系は、上記第1～第4のいずれか一つの発明の構成において、最も像側に位置し、かつ、パワーを有する光学素子に非球面が設けられていることを特徴とする。

【0015】第9の発明の撮影レンズ系は、上記第1～第3のいずれか一つの発明の構成において、前記後群中の負レンズと物体側の正レンズとが接合レンズを構成していることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した撮影レンズ系を、図面を参照しつつ説明する。なお、本明細書において「パワー」とは、焦点距離の逆数で定義される量を表し、パワーによる偏向作用は、異なる屈折率を有する媒質同士の界面での偏向によるものに限らず、回折による偏向や媒質内の屈折率分布による偏向等によるものをも含むものとする。また「屈折力」とは、前記「パワー」のうち特に、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で発生する偏向作用に起因するものを表す。

【0017】図1～図8は、第1～第8の実施の形態の撮影レンズ系にそれぞれ対応するレンズ構成図であり、各実施の形態のレンズ配置を断面図で示している。各レンズ構成図中、 ri ($i=1, 2, 3, \dots$) が付された面は物体(すなわち被写体)側から数えて i 番目の面であり、 ri に*印が付された面は非球面である。また、 di ($i=1, 2, 3, \dots$) が付された軸上面間隔は、物体側から数えて i 番目の軸上面間隔である。各実施の形態はいずれも、概略、物体側から順に、前群(F)と、絞り(A)と、正のパワーを有する後群(R)と、ローパスフィルター(LPF)と、で構成されたデジタルカメラ用の撮影レンズ系である。

【0018】第1の実施の形態(図1)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(FL1)1枚で構成されている。後群(R)は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(RL1)と、両凸レンズ(RL2)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。前群(F)の正メニスカスレンズ(FL1)並びに後群(R)の負メニスカスレンズ(RL1)及び正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、両凸レンズ(RL2)は球面レンズである。

【0019】第2の実施の形態(図2)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、両凸レンズ(FL1)と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(RL1)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。

後群(R)は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(RL1)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。

1)と、両凸レンズ(RL2)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。前群(F)の両凸レンズ(FL1)並びに後群(R)の負メニスカスレンズ(RL1)及び正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、負メニスカスレンズ(FL2)及び両凸レンズ(RL2)は球面レンズである。

【0020】第3の実施の形態(図3)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、両凸レンズ(FL1)と、両凹レンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、両凹レンズ(RL1)と、両凸レンズ(RL2)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。前群(F)の両凸レンズ(FL1)と後群(R)の正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、他のレンズは球面レンズである。

【0021】第4の実施の形態(図4)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、両凸レンズ(FL1)と、両凹レンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(RL1)と、両凸レンズ(RL2)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。前群(F)の両凸レンズ(FL1)と後群(R)の全レンズ(RL1～RL3)は両面非球面レンズであり、他のレンズは球面レンズである。

【0022】第5の実施の形態(図5)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、両凸レンズ(FL1)と、両凹レンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(RL1)と、両凸レンズ(RL2)と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。前群(F)の両凸レンズ(FL1)並びに後群(R)の負メニスカスレンズ(RL1)及び正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、他のレンズは球面レンズである。

【0023】第6の実施の形態(図6)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、両凸レンズ(FL1)と、両凹レンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、両凹レンズ(RL1)と両凸レンズ(RL2)とから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。前群(F)の両凸レンズ(FL1)及び後群(R)の正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、他のレンズは球面レンズである。

【0024】第7の実施の形態(図7)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(FL1)と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、両凹レンズ(RL1)と両凸レンズ(RL2)とから成る接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。

と、で構成されている。後群(R)の正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、他のレンズは球面レンズである。

【0025】第8の実施の形態(図8)において、各群(F,R)は、物体側から順に以下のように構成されている。前群(F)は、両凸レンズ(FL1)と、物体側に凸面に向けた負メニスカスレンズ(FL2)と、で構成されている。後群(R)は、両凹レンズ(RL1)と両凸レンズ(RL2)とから成る接合レンズと、物体側に凸面に向けた正メニスカスレンズ(RL3)と、で構成されている。後群(R)の正メニスカスレンズ(RL3)は両面非球面レンズであり、他のレンズは球面レンズである。

【0026】上記のように、各実施の形態の撮影レンズ系は、物体側から順に前群(F)と絞り(A)と正の後群(R)とを備え、後群(R)が、物体側から順に、負レンズ(RL1)と、正レンズ(RL2)と、正レンズ(RL3)と、の3枚で構成されており、後群(R)中に非球面を少なくとも1面有している。撮影レンズ系をこのような構成にすることにより、撮影レンズ系を小型化するために各レンズ面の近軸パワーを強くした場合に問題となる、歪曲収差の発生を効果的に補正することができる。そして、小型化しても収差が良好に補正された撮影レンズ系を実現することができる。以上の構成に加えて、後群(R)に設けられる非球面のうちの少なくとも1面は、全系中で最も像側に位置し、かつ、パワーを有する光学素子(RL3)に設けられることが望ましい。非球面を後群(R)の最も像側のレンズ素子(RL3)に設けることにより、上述した非球面の効果を最大限に発揮させることが可能となる。

【0027】また第6～第8の実施の形態のように、後群(R)中の負レンズ(RL1)と物体側の正レンズ(RL2)とが接合レンズを構成することが望ましい。負レンズ(RL1)と正レンズ(RL2)とで接合レンズを構成することにより、取り扱いや玉砕構成が簡単になる。また、空気間隔が必要ないので、コンパクト化を達成する上で有利になる。

【0028】各実施の形態では、無限遠合焦状態から近接物体距離へのフォーカシングの際に、前群(F)、後群(R)等のすべての構成を物体側に繰り出す、いわゆる全体繰り出しのフォーカシング方式が採用されている。しかしながら、フォーカシング方式については、前群(F)、後群(R)等を移動させつつ同時に前群(F)と後群(R)との間隔を変化させたり、前群(F)又は前群(F)の一部のみ、あるいは後群(R)又は後群(R)の一部のみを移動させたりする等、フォーカシング方式を適宜選択してもよい。

【0029】次に、各実施の形態の撮影レンズ系が満足すべき条件式を説明する。なお、各実施の形態が以下に示す全ての条件式を同時に満たす必要はなく、個々の条件式をそれぞれ単独に満足すれば、対応する作用効果を達成することが可能である。もちろん、複数の条件式を

満足する方が、光学性能、小型化、組立の観点からより望ましいことはいうまでもない。

【0030】後群(R)に設けられている非球面は、非球面の最大有効半径を y_{\max} とすると、 $0.7y_{\max} < y < 1.0y_{\max}$ なる任意の光軸垂直方向高さ y に対して、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$0.01 < |(x-x_0)/(N'-N)| < 1.0 \quad \cdots (1)$$

ただし、

x : 非球面の光軸(AX)に対して垂直方向の高さでの光軸(AX)方向の変位量(mm; 物体側方向を負とする。)、
 x_0 : 非球面の基準球面の光軸(AX)に対して垂直方向の高さでの光軸(AX)方向の変位量(mm; 物体側方向を負とする。)、

N : 非球面より物体側の媒質の d 線に対する屈折率、

N' : 非球面より像側の媒質の d 線に対する屈折率、

である。

【0031】なお、非球面の面形状を表す x 、基準球面の面形状を表す x_0 は、具体的には面頂点を基準として表現する以下の式(AS)、(RE)でそれぞれ表される。

$$x = \{C_0 \cdot y^2\} / \{1 + \sqrt{1 - \varepsilon \cdot C_0^2 \cdot y^2}\} + \sum (A_i \cdot y^i) \quad \cdots (AS)$$

$$x_0 = \{C_0 \cdot y^2\} / \{1 + \sqrt{1 - C_0^2 \cdot y^2}\} \quad \cdots (RE)$$

ただし、式(AS)及び(RE)中、

y : 光軸(AX)に対して垂直方向の高さ、

C_0 : 基準球面の曲率(すなわち非球面の基準曲率)、

ε : 2次曲面パラメータ、

A_i : i 次の非球面係数、

である。

【0032】条件式(1)は、主に歪曲収差と像面湾曲を適切に補正するための条件範囲を規定している。条件式(1)の下限を超えると、正の歪曲収差が大きくなるとともに、像面のオーバー側への倒れが大きくなる。逆に、条件式(1)の上限を超えると、負の歪曲収差が大きくなるとともに、像面のアンダー側への倒れが大きくなり、撮影レンズ系として実用に耐えられなくなる。なお、後群(R)中に非球面が複数面ある場合には、少なくとも1面が条件式(1)を満足していれば、他の非球面は他の収差とのバランスを考慮した上で条件式(1)を満足していなくても構わない。特に、全系中で最も像側に位置し、かつ、パワーを有する光学素子(RL3)に非球面を設けた場合、条件式(1)を満足していることが望ましい。条件式(1)を満足する非球面を後群(R)の最も像側のレンズ素子(RL3)に設けることにより、歪曲補正と像面の倒れに対する作用を最大限に発揮させることが可能となる。

【0033】以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$1.1 < f/f_A < 5.0 \quad \cdots (2)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離、

f_A : 後群(R)中の正レンズ(RL2)と正レンズ(RL3)との間に形成される空気レンズの焦点距離、

である。

【0034】条件式(2)は、主に全長と収差とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(2)の下限を超えると、収差補正には有利となるが全長の増大を招き、また全長の増大に伴い前玉径が増大して、撮影レンズ系の大型化が著しくなる。逆に、条件式(2)の上限を超えると、全長の短縮には有利となるが、収差劣化(特に歪曲収差と像面湾曲の劣化)が著しくなる。

【0035】なお、上記条件式(2)はコンパクトな撮影レンズ系を実現するために不可欠な条件である。そして、この条件の前提となる構成は、絞り(A)より像側に配置され、かつ、物体側から順に負・正・正での正レンズ間に形成される空気レンズに限定されるものではない。つまり、条件式(2)を満足するような空気レンズを全系中に設けるだけで、撮影レンズ系の全長と収差とをバランスさせることが可能である。なかでも後群(R)中に空気レンズを配置する場合の条件範囲を改めて表現すれば、以下の条件式(3)となる。

$$1.1 < f / f_B < 5.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離、

f_B : 後群(R)中の最もパワーの強い空気レンズの焦点距離、

である。

【0036】以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$1 < \text{img} \times R < 15 \quad \dots (4)$$

ただし、

img : 最大像高、

R : 最も像側の面の有効径(直径)、

である。

【0037】条件式(4)は、主に撮影レンズ系の大きさ及び収差並びにビデオカメラ特有の条件を、適切に保つための条件範囲を規定している。ビデオカメラに用いられる固体撮像素子(例えばCCD)には、一般に集光性を上げるためのマイクロレンズが各受光素子の前面に設けられている。マイクロレンズの特性を十分に発揮させるためには、マイクロレンズの光軸に対して略平行(つまり各受光素子の受光面に対して略垂直)に光束を入射させる必要がある。そのためには、撮影レンズ系が像側にテレセントリックであることが要求される。条件式(4)の上限を超えると、略テレセントリックであることが必要以上となり、負の歪曲収差が大きくなるとともに像面のアンダー側への倒れが著しくなる。逆に、条件式(4)の下限を超えると、略テレセントリックであることを満足することが困難になり、満足したとしてもバックフォーカスが必要以上に長くなるため、撮影レンズ系自体の大型化を招いてしまう。

【0038】以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$0.5 < TL / f < 2.1 \quad \dots (5)$$

ただし、

TL : 撮影レンズ系の全長(第1面(r1)から像面までの距離)、

f : 全系の焦点距離、

である。

【0039】条件式(5)は、主に全長と収差とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(5)の下限を超えると、全長は短縮されるが、光学性能上の収差劣化(特に歪曲収差と像面湾曲の劣化)は著しくなる。逆に、条件式(5)の上限を超えると、収差補正には有利となるが全長の増大を招き、また全長の増大に伴い前玉径が増大して、撮影レンズ系の大型化が著しくなる。

【0040】

【実施例】以下、本発明を実施した撮影レンズ系の構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。なお、以下に挙げる実施例1~8は、前述した第1~第8の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1~第8の実施の形態を表すレンズ構成図(図1~図8)は、対応する実施例1~8のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0041】各実施例のコンストラクションデータにおいて、r_i(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の面の曲率半径、d_i(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の軸上面間隔を示しており、N_i(i=1,2,3,...)、ν_i(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の光学要素のd線に対する屈折率(N_d)、アッベ数(ν_d)を示している。全系の焦点距離f及びFナンバーF_{NO}を併せて示し、条件式(2)~(5)の対応値を表1に示す。また、曲率半径r_iに*印が付された面は、非球面で構成された面(非球面形状を有する屈折光学面に限らず、非球面と等価な屈折作用を有する面でもよい。)であることを示し、非球面の面形状を表わす前記式(AS)で定義されるものとする。非球面データ及び非球面に関する条件式(1)の対応値(ただし、y_{max} : 非球面の光軸(AX)に対して垂直方向の最大高さ(最大有効半径)である。)を他のデータと併せて示す。

【0042】図9~図16は実施例1~実施例8の収差図であり、各々左から順に、球面収差等、非点収差及び歪曲収差(Y' : 最大像高)を示している。各収差図中、実線(d)はd線に対する収差、一点鎖線(g)はg線に対する収差、二点鎖線(c)はc線に対する収差、破線(SC)は正弦条件を表しており、破線(DM)はメリディオナル面での非点収差、実線(DS)はサジタル面での非点収差を表わしている。

【0043】

1 1

《実施例1》

f=7.2

FNO=2.87

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 3.861

d1= 0.751 N1= 1.77250 ν 1= 49.77

r2= 7.601

d2= 0.607

r3= ∞ (A)

d3= 1.652

r4= -2.079

d4= 0.750 N2= 1.84666 ν 2= 23.82

r5= -10.611

d5= 0.132

r6= 150.742

d6= 1.484 N3= 1.77250 ν 3= 49.77

r7= -5.006

d7= 0.100

r8= 3.441

d8= 1.123 N4= 1.77250 ν 4= 49.77

r9= 7.265

d9= 0.500

r10= ∞ d10= 3.400 N5= 1.51680 ν 5= 64.20r11= ∞

【0044】[第1面(r1)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.64367×10^{-2} A6= 0.12158×10^{-2} A8= 0.38282×10^{-3}

【0045】[第2面(r2)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.94360×10^{-2} A6= 0.22034×10^{-2} A8= 0.66155×10^{-3}

【0046】[第4面(r4)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.28814×10^{-1} A6= -0.19618×10^{-3} A8= 0.83747×10^{-3}

【0047】[第5面(r5)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.15998×10^{-2} A6= 0.13019×10^{-2} A8= -0.97951×10^{-4}

【0048】[第8面(r8)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.10764×10^{-1} A6= 0.52362×10^{-4} A8= -0.73883×10^{-4}

1 2

【0049】[第9面(r9)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.21868×10^{-2} A6= -0.81697×10^{-3} A8= 0.16664×10^{-4}

【0050】[第4面(r4)の条件式(1)の対応値]

y=0.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00000$ y=0.20ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00017$ y=0.40ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00276$ 10 y=0.60ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.01414$ y=0.80ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.04609$ y=1.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.12015$

【0051】[第5面(r5)の条件式(1)の対応値]

y=0.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00000$ y=0.20ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00003$ y=0.40ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00026$ y=0.60ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00002$ y=0.80ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = -0.00475$ y=1.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = -0.02294$

20 【0052】[第8面(r8)の条件式(1)の対応値]

y=0.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00000$ y=0.20ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00000$ y=0.40ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00002$ y=0.60ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00012$ y=0.80ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00083$ y=1.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00443$

【0053】[第9面(r9)の条件式(1)の対応値]

y=0.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00000$ y=0.20ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00019$ 30 y=0.40ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.00387$ y=0.60ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.02683$ y=0.80ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.11410$ y=1.00ymax ... $(x-x0)/(N'-N) = 0.$

35933

【0054】

40

50

【0054】

f=7.2

FNO=2.87

【曲率半径】 【軸上面間隔】 【屈折率】 【アッペ数】

r1= 5.543

d1= 0.869 N1= 1.77250 ν 1= 49.77

r2= -45.859

d2= 0.100

r3= 38.215

d3= 0.750 N2= 1.48749 ν 2= 70.44

r4= 5.471

d4= 0.617

r5= ∞ (A)

d5= 1.230

r6= -2.313

d6= 0.750 N3= 1.84666 ν 3= 23.82

r7= -27.082

d7= 0.142

r8= 26.330

d8= 1.418 N4= 1.77250 ν 4= 49.77

r9= -6.077

d9= 0.100

r10= 3.965

d10= 1.323 N5= 1.77250 ν 5= 49.77

r11= 26.623

d11= 0.500

r12= ∞ d12= 3.400 N6= 1.51680 ν 6= 64.20r13= ∞

【0055】 【第1面(r1)の非球面データ】

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.10106×10^{-2} A6= 0.27979×10^{-3} A8= 0.11738×10^{-4}

【0056】 【第2面(r2)の非球面データ】

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.21971×10^{-2} A6= 0.25258×10^{-3} A8= -0.17655×10^{-4}

【0057】 【第6面(r6)の非球面データ】

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.20642×10^{-1} A6= -0.38198×10^{-3} A8= 0.54553×10^{-3}

【0058】 【第7面(r7)の非球面データ】

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.30551×10^{-2} A6= 0.91736×10^{-3} A8= -0.47286×10^{-4}

【0059】 【第10面(r10)の非球面データ】

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.73012×10^{-2} A6= 0.20732×10^{-3} A8= -0.42903×10^{-4}

【0060】 【第11面(r11)の非球面データ】

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.15080×10^{-2} A6= -0.46424×10^{-3} A8= -0.90874×10^{-6}

10 【0061】 【第6面(r6)の条件式(1)の対応値】

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00009$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00148$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00752$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.02412$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.06119$

【0062】 【第7面(r7)の条件式(1)の対応値】

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00005$ 20 $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00064$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00252$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00512$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00477$

【0063】 【第10面(r10)の条件式(1)の対応値】

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00063$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00993$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.05004$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.16624$ 30 $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.46945$

【0064】 【第11面(r11)の条件式(1)の対応値】

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00013$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00134$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00005$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.03066$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.17169$

【0065】

40

50

《実施例3》

f=7.2

FN0=2.87

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r1= 5.706$
 $d1= 0.993 \quad N1= 1.77250 \quad \nu 1= 49.77$
 $r2= -23.080$
 $d2= 0.364$
 $r3= -16.653$
 $d3= 0.750 \quad N2= 1.48749 \quad \nu 2= 70.44$
 $r4= 5.771$
 $d4= 0.610$
 $r5= \infty(A)$
 $d5= 0.952$
 $r6= -3.668$
 $d6= 0.750 \quad N3= 1.79850 \quad \nu 3= 22.60$
 $r7= 21.253$
 $d7= 0.315$
 $r8= 41.646$
 $d8= 1.767 \quad N4= 1.77250 \quad \nu 4= 49.77$
 $r9= -4.201$
 $d9= 0.100$
 $r10= 6.397$
 $d10= 1.137 \quad N5= 1.77250 \quad \nu 5= 49.77$
 $r11= 22.331$
 $d11= 0.562$
 $r12= \infty$
 $d12= 3.400 \quad N6= 1.51680 \quad \nu 6= 64.20$
 $r13= \infty$

【0066】[第1面(r1)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ $A4= 0.13856 \times 10^{-2}$ $A6= 0.12138 \times 10^{-3}$ $A8= 0.21167 \times 10^{-4}$

【0067】[第2面(r2)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ $A4= 0.21719 \times 10^{-2}$ $A6= 0.12823 \times 10^{-3}$ $A8= -0.13160 \times 10^{-4}$

【0068】[第10面(r10)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ $A4= -0.14067 \times 10^{-2}$ $A6= -0.44946 \times 10^{-4}$ $A8= -0.27342 \times 10^{-5}$

【0069】[第11面(r11)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ $A4= -0.93759 \times 10^{-3}$ $A6= -0.78346 \times 10^{-4}$ $A8= 0.44256 \times 10^{-7}$

【0070】[第10面(r10)の条件式(1)の対応値]

(9)

特開2000-180719

16

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00002$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00033$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00189$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00680$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.01873$

【0071】[第11面(r11)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00085$ 10 $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00193$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.01117$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.04143$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.12031$

【0072】

《実施例4》

f=7.2

FN0=2.05

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

$r1= 6.319$
 $d1= 0.915 \quad N1= 1.77250 \quad \nu 1= 49.77$
 $r2= -19.987$
 $d2= 0.184$
 $r3= -22.568$
 $d3= 0.750 \quad N2= 1.48749 \quad \nu 2= 70.44$
 $r4= 8.001$
 $d4= 0.633$
 $r5= \infty(A)$
 $d5= 1.279$
 $r6= -2.661$
 $d6= 0.750 \quad N3= 1.84666 \quad \nu 3= 23.82$
 $r7= -144.163$
 $d7= 0.145$
 $r8= 84.513$
 $d8= 1.576 \quad N4= 1.77250 \quad \nu 4= 49.77$
 $r9= -4.932$
 $d9= 0.100$
 $r10= 4.472$
 $d10= 1.469 \quad N5= 1.77250 \quad \nu 5= 49.77$
 $r11= 24.323$
 $d11= 0.500$
 $r12= \infty$
 $d12= 3.400 \quad N6= 1.51680 \quad \nu 6= 64.20$
 $r13= \infty$

【0073】[第1面(r1)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ $A4= 0.10508 \times 10^{-2}$ $A6= 0.71869 \times 10^{-4}$ $A8= 0.12341 \times 10^{-4}$

【0074】[第2面(r2)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$

50

17

$$A4=0.17783 \times 10^{-2}$$

$$A6=-0.32472 \times 10^{-4}$$

$$A8=0.91734 \times 10^{-5}$$

【0075】【第6面(r6)の非球面データ】

$$\varepsilon=1.0000$$

$$A4=0.10971 \times 10^{-1}$$

$$A6=-0.13190 \times 10^{-2}$$

$$A8=0.22018 \times 10^{-3}$$

【0076】【第7面(r7)の非球面データ】

$$\varepsilon=1.0000$$

$$A4=-0.28117 \times 10^{-2}$$

$$A6=0.72913 \times 10^{-4}$$

$$A8=-0.50574 \times 10^{-4}$$

【0077】【第8面(r8)の非球面データ】

$$\varepsilon=1.0000$$

$$A4=0.49757 \times 10^{-3}$$

$$A6=0.12031 \times 10^{-4}$$

$$A8=-0.11807 \times 10^{-4}$$

【0078】【第9面(r9)の非球面データ】

$$\varepsilon=1.0000$$

$$A4=0.36380 \times 10^{-3}$$

$$A6=0.30556 \times 10^{-4}$$

$$A8=0.23494 \times 10^{-4}$$

【0079】【第10面(r10)の非球面データ】

$$\varepsilon=1.0000$$

$$A4=-0.38419 \times 10^{-2}$$

$$A6=0.54322 \times 10^{-4}$$

$$A8=-0.14739 \times 10^{-4}$$

【0080】【第11面(r11)の非球面データ】

$$\varepsilon=1.0000$$

$$A4=0.11907 \times 10^{-2}$$

$$A6=-0.24315 \times 10^{-3}$$

$$A8=-0.69993 \times 10^{-6}$$

【0081】【第6面(r6)の条件式(1)の対応値】

$$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00011$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00172$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00823$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.02457$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.05792$$

【0082】【第7面(r7)の条件式(1)の対応値】

$$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00008$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00141$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00730$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.02495$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.07226$$

【0083】【第8面(r8)の条件式(1)の対応値】

$$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00002$$

18

$$y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00036$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00169$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00421$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00402$$

【0084】【第9面(r9)の条件式(1)の対応値】

$$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00003$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00049$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00356$$

$$10 \quad y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.01922$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.08564$$

【0085】【第10面(r10)の条件式(1)の対応値】

$$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00058$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00922$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.04752$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.16336$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.47988$$

【0086】【第11面(r11)の条件式(1)の対応値】

$$20 \quad y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00018$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00195$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00223$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.02734$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.17690$$

【0087】

30

40

50

《実施例5》

f=7.2

FN0=2.46

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1*= 6.198

d1= 0.924 N1= 1.77250 ν 1= 49.77

r2*= -21.093

d2= 0.302

r3= -23.166

d3= 0.750 N2= 1.48749 ν 2= 70.44

r4= 6.883

d4= 0.614

r5= ∞ (A)

d5= 1.131

r6*= -2.723

d6= 0.750 N3= 1.84666 ν 3= 23.82

r7*= -222.184

d7= 0.178

r8= 27.881

d8= 1.627 N4= 1.77250 ν 4= 49.77

r9= -5.264

d9= 0.100

r10*= 4.578

d10= 1.320 N5= 1.77250 ν 5= 49.77

r11*= 25.227

d11= 0.603

r12= ∞ d12= 3.400 N6= 1.51680 ν 6= 64.20r13= ∞

【0088】[第1面(r1)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.70221×10^{-3} A6= 0.14779×10^{-3} A8= -0.10598×10^{-4}

【0089】[第2面(r2)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.14071×10^{-2} A6= 0.92997×10^{-4} A8= -0.26609×10^{-4}

【0090】[第6面(r6)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.10393×10^{-1} A6= -0.11214×10^{-2} A8= 0.43327×10^{-3}

【0091】[第7面(r7)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.22987×10^{-2} A6= 0.31004×10^{-3} A8= 0.87731×10^{-5}

【0092】[第10面(r10)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.35235×10^{-2} A6= 0.37123×10^{-4} A8= -0.13108×10^{-4}

【0093】[第11面(r11)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.13918×10^{-2} A6= -0.22289×10^{-3} A8= -0.69604×10^{-6}

10 【0094】[第6面(r6)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00006$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00096$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00475$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.01482$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.03724$

【0095】[第7面(r7)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00004$ 20 $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00066$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00295$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00748$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.$

01216

【0096】[第10面(r10)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00043$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00681$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.03507$ 30 $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.11889$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.33812$

【0097】[第11面(r11)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00017$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00213$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = -0.00589$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.03278$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N) = 0.07805$

【0098】

40

50

2 1

《実施例6》

f=7.2

FN0=2.87

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1= 4.765

d1= 1.000 N1= 1.77250 ν 1= 49.77

r2= -33.534

d2= 0.311

r3= -24.859

d3= 0.750 N2= 1.48749 ν 2= 70.44

r4= 4.429

d4= 0.611

r5= ∞ (A)

d5= 0.781

r6= -3.754

d6= 0.750 N3= 1.83350 ν 3= 21.00

r7= 15.248

d7= 2.658 N4= 1.85000 ν 4= 40.04

r8= -5.006

d8= 0.100

r9= 6.619

d9= 1.129 N5= 1.77250 ν 5= 49.77

r10= 29.071

d10= 0.500

r11= ∞ d11= 3.400 N6= 1.51680 ν 6= 64.20r12= ∞

【0099】[第1面(r1)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.18265×10^{-2} A6= 0.28230×10^{-4} A8= 0.74684×10^{-4}

【0100】[第2面(r2)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= 0.25371×10^{-2} A6= 0.23235×10^{-3} A8= 0.85886×10^{-6}

【0101】[第9面(r9)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.22040×10^{-2} A6= -0.57018×10^{-4} A8= -0.12024×10^{-4}

【0102】[第10面(r10)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.18645×10^{-2} A6= -0.11298×10^{-3} A8= -0.62212×10^{-5}

【0103】[第9面(r9)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00032$

2 2

 $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00532$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.02907$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.10550$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.31776$

【0104】[第10面(r10)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00031$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00533$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.03029$ 10 $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.11321$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.34285$

【0105】

《実施例7》

f=7.2

FN0=2.87

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1= 7.339

d1= 1.281 N1= 1.85000 ν 1= 40.04

r2= 74.471

d2= 0.100

r3= 3.919

d3= 0.967 N2= 1.83350 ν 2= 21.00

r4= 2.909

d4= 0.661

r5= ∞ (A)

d5= 0.720

r6= -4.151

d6= 0.750 N3= 1.83350 ν 3= 21.00

r7= 12.253

d7= 2.886 N4= 1.85000 ν 4= 40.04

r8= -4.699

d8= 0.100

r9= 5.491

d9= 1.000 N5= 1.77250 ν 5= 49.77

r10= 9.784

d10= 0.626

r11= ∞ d11= 3.400 N6= 1.51680 ν 6= 64.20r12= ∞

40 【0106】[第9面(r9)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.30187×10^{-2} A6= 0.10608×10^{-5} A8= -0.17437×10^{-4}

【0107】[第10面(r10)の非球面データ]

 $\epsilon = 1.0000$ A4= -0.29713×10^{-2} A6= -0.86269×10^{-4} A8= -0.86098×10^{-5}

50 【0108】[第9面(r9)の条件式(1)の対応値]

23

$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$
 $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00043$
 $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00695$
 $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.03660$
 $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.12784$
 $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.37490$

【0109】[第10面(r10)の条件式(1)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$
 $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00047$
 $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00769$
 $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.04165$
 $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.14705$
 $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.42170$

【0110】
《実施例8》

f=7.2

FN0=3.57

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1= 9.620

d1= 1.230 N1= 1.85000 $\nu_1= 40.04$

r2= -642.083

d2= 0.100

r3= 4.395

d3= 1.057 N2= 1.83350 $\nu_2= 21.00$

r4= 3.467

d4= 0.604

r5= $\infty(A)$

d5= 0.932

r6= -3.924

d6= 0.750 N3= 1.83350 $\nu_3= 21.00$

r7= 13.937

d7= 2.835 N4= 1.85000 $\nu_4= 40.04$

r8= -4.775

d8= 0.100

r9= 5.271

d9= 1.027 N5= 1.77250 $\nu_5= 49.77$

r10= 9.989

d10= 0.955

r11= ∞ d11= 3.400 N6= 1.51680 $\nu_6= 64.20$ r12= ∞

【0111】[第9面(r9)の非球面データ]

 $\epsilon=1.0000$ $A4=-0.59869 \times 10^{-3}$ $A6=-0.43900 \times 10^{-4}$ $A8=0.82389 \times 10^{-5}$

【0112】[第10面(r10)の非球面データ]

 $\epsilon=1.0000$ $A4=0.33267 \times 10^{-3}$ $A6=-0.97378 \times 10^{-4}$

24

 $A8=0.14447 \times 10^{-4}$

【0113】[第9面(r9)の条件式(1)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00010$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00163$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.00838$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.02372$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=-0.03492$

【0114】[第10面(r10)の条件式(1)の対応値]

10 $y=0.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00005$ $y=0.40y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00052$ $y=0.60y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00193$ $y=0.80y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.00785$ $y=1.00y_{\max} \cdots (x-x_0)/(N'-N)=0.04420$

【0115】

【表1】

《条件式対応値》

	条件式(2)(3)	条件式(4)	条件式(5)
	$f/f_A, f/f_B$	$\log \times R$	TL/f
実施例1	1.52	8.68	1.79
実施例2	1.29	9.30	1.89
実施例3	1.22	9.61	1.96
実施例4	1.32	10.54	1.96
実施例5	1.26	9.92	1.96
実施例6	1.15	9.24	1.96
実施例7	1.29	9.12	1.85
実施例8	1.30	8.88	2.02

【0116】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、光学性能が良好で極めてコンパクトな撮影レンズ系を実現することができる。そして、本発明をデジタルカメラの撮影レンズ系に適用すれば、デジタルカメラの高機能化とコンパクト化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。

【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。

【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。

【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。

【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。

【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。

【図7】第7の実施の形態(実施例7)のレンズ構成図。

【図8】第8の実施の形態(実施例8)のレンズ構成図。

【図9】実施例1の収差図。

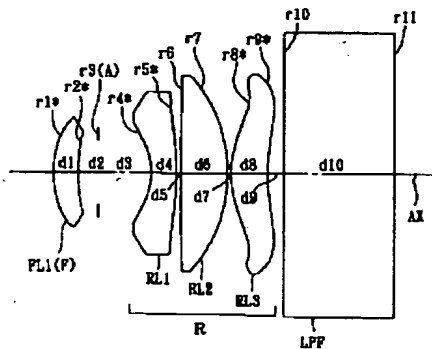
【図10】実施例2の収差図。

- 【図11】実施例3の収差図。
 【図12】実施例4の収差図。
 【図13】実施例5の収差図。
 【図14】実施例6の収差図。
 【図15】実施例7の収差図。
 【図16】実施例8の収差図。

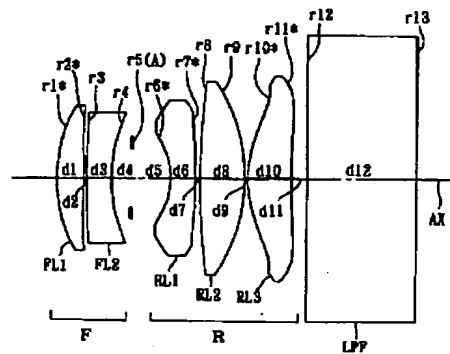
【符号の説明】

F …前群
 A …絞り
 R …後群
 LPF …ローパスフィルター

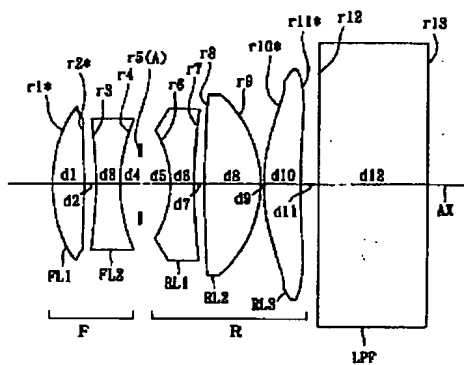
【図1】



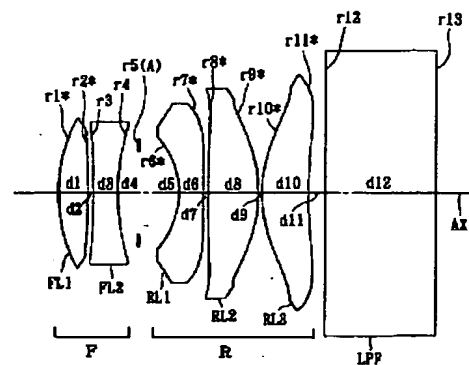
【図2】



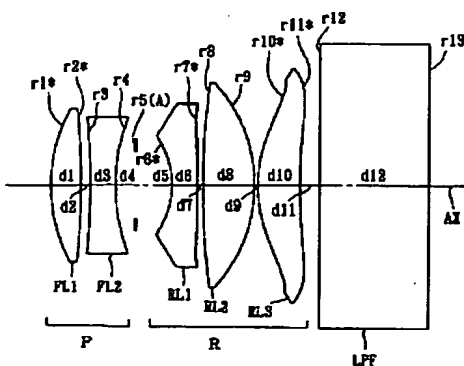
【図3】



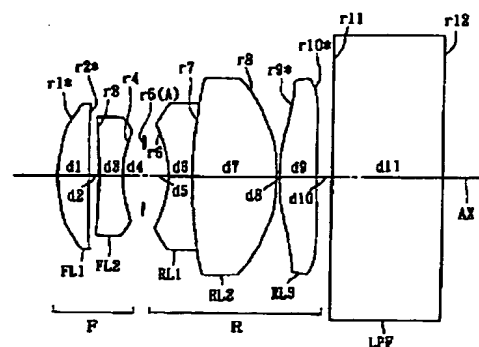
【図4】



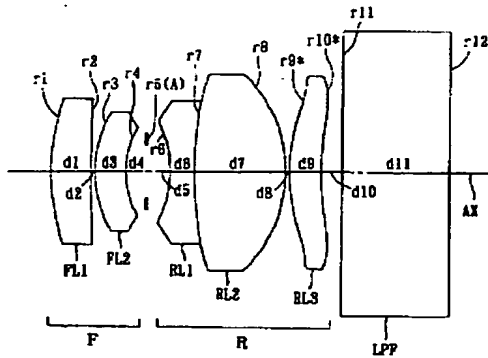
【図5】



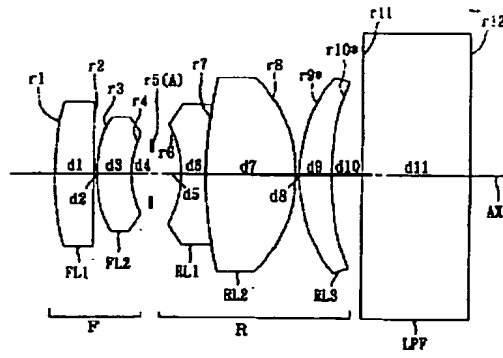
【図6】



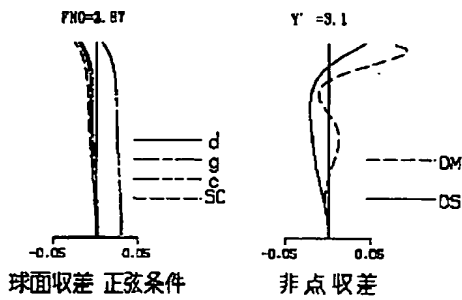
【図7】



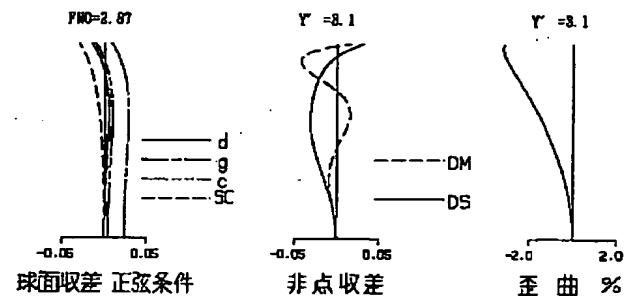
【図8】



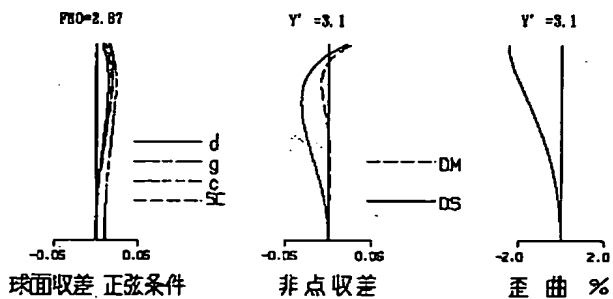
【図9】



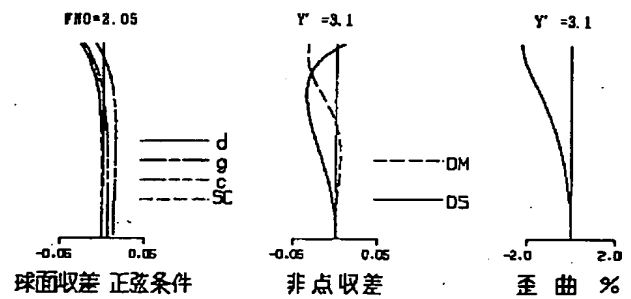
【図10】



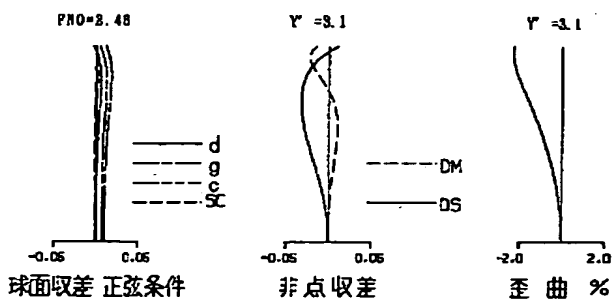
【図11】



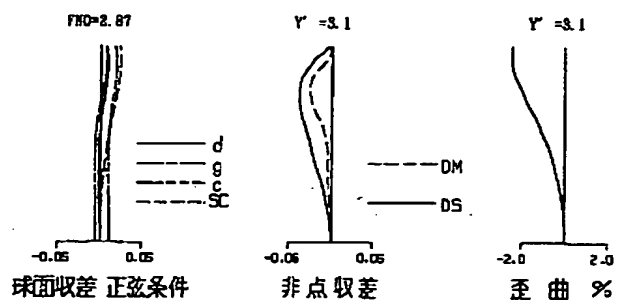
【図12】



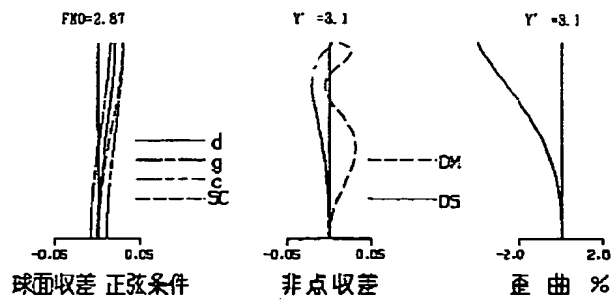
【図13】



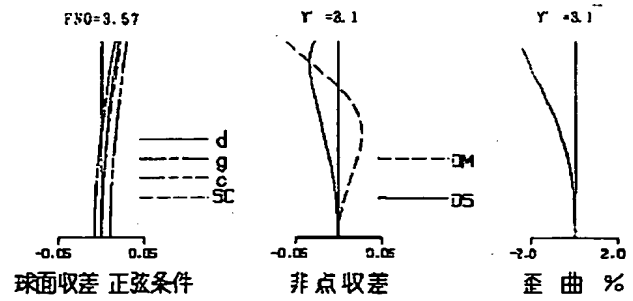
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 MA04 MA06 MA08 MA09
 NA02 PA04 PA05 PA17 PA18
 PB04 PB05 QA02 QA06 QA12
 QA14 QA22 QA25 QA26 QA32
 QA41 QA46 RA05 RA12 RA13
 RA32 RA43